

В.П. Маршуба, канд. тех. наук,
Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

К ВОПРОСУ О СОЗДАНИИ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБРАЗОВАНИЯ, НАПРАВЛЕНИЯ ПОТОКОВ И СТОКОВ ТЕПЛОТЫ ПРИ ГЛУБОКОМ СВЕРЛЕНИИ МАТЕРИАЛОВ

The physical model of process of thermo genesis is offered, streamline and flows of shaving at treatment of different materials depending on influencing of the physical phenomena in the area of cutting. Offered physical model, intended for creation of general mathematical model, which describes a cutting process in different materials. The use of this physical model will allow determining the necessary terms of treatment of the deep openings with the burst performance at treatment of details from different materials.

Введение. При исследовании процесса превращения поверхностного слоя заготовки в стружку под действием приложенной к режущему инструменту силы, еще на заре прошлого века основоположником теории резания материалов проф. И.А. Тиме, установлено, что данное превращение служит основным источником процесса теплообразования. Вторым источником появления теплоты в зоне резания и зоне обработки в процессе резания материалов, является процесс трения в различных его видах.

В настоящее время установлено влияние количества теплоты на закономерности взаимодействия различных физических явлений в процессе резания материалов, в частности известно, что производной от количества теплоты является температура, которая разнообразно влияет на закономерности протекания явлений. Так процесс теплообразования, сопровождается интенсификацией ряда физических явлений, возникающих при резании материалов, в частности с ростом температуры в зоне резания и зоне обработки возрастает активность адгезионной составляющей силы резания и т.д. Кроме этого рост количества теплоты может вызывать снижение влияния других физических явлений, в частности, из-за высокой температуры в поверхностном слое обрабатываемой детали снижается степень деформации стружки, при наступлении фазы пластичной деформации и др.

Следовательно, проявление рассмотренных выше факторов данного процесса, выражаются в протекании сложных тепловых явлений, т.е. возникновении источников тепла и распределения потоков и стоков теплоты в системе деталь – инструмент – стружка – СОТС - окружающая среда. Это сложное тепловое взаимодействие принято называть температурой резания, т.е. это понятие отображает в какой то мере взаимодействие между физическими явлениями, и используется при описании характеристик процесса резания, как в целом, так и в частности.

Однако физической модели процесса теплообразования, направления потоков и стоков стружки при обработке различных материалов в свете общей теории резания при обработке глубоких отверстий, с учетом взаимодействий

всех физических явлений и взаимоотношений между ними, до настоящего времени не было создано. Это не смотря на то, что данное физическое явление было исследовано большим количеством ученых на протяжении длительного отрезка времени, для различных материалов и при разных условиях проведения экспериментов.

Поэтому создание физической модели процесса теплообразования, направления потоков и стоков теплоты при глубоком сверлении материалов является актуальным в настоящее время.

Анализ последних исследований и публикаций. Исследованиями вопроса возникновения источников тепла и распределения потоков и стоков теплоты при резании различных материалов, занимались видные ученые, среди которых Я.Г. Усачов, Н.И. Резников, А.М. Даниелян и др.

В изданиях, вышедших в последнее время, посвященных теплофизике процесса обработки металлов резанием, произошло разделение вопроса исследования. В частности в работе Резникова А.Н., Резников Л.А [1], посвященной общей теплофизике процессов резания, тогда как работа Юдковского П.А. и др. [2] посвящена в первую очередь процессу теплообразования при неглубоком сверлении. В этих работах приведены данные по распределению потоков и стоков теплоты в детали, инструменте и стружке, как при точении, так и при неглубоком сверлении. Однако в этих работах процесс возникновения источников тепла и распределения потоков и стоков теплоты описан не полностью, так как не учитывает в полной мере взаимодействие всех физических явлений, присущих глубокому сверлению, и не учитываемых при неглубоком сверлении. В частности не рассматривается вопрос вторичного перераспределения потоков теплоты, которые описаны в работе автора [3].

Фактически основные работы исследователей по данному вопросу касались в первую очередь в установлении количества теплоты, которая была получена в процессе резания материалов, что выражалась в определении температуры в зоне резания, стружке, детали и инструменте [1, 4 и др.], т.е. определялись первичные источники теплоты. Следующая группа работ [2, 5 и др.] имела отношение к определению направлений потоков и стоков первичной теплоты в зоне резания, то есть определяла распределение температурных полей в детали и режущем инструменте (рис.1, а). Третья группа работ [3 и др.] определяла вторичные источники и их взаимосвязь с первичными источниками теплоты (рис. 1, б).

На рисунке 1 показано: Q_p – количество теплоты, получаемое от работы затраченной на срез и деформацию материала; $Q_{ГЗ}$ – количество теплоты, полученное от трения поверхности $A\alpha$ о поверхность $A\gamma$; Q_{PC} – количество теплоты, получаемое от работы затраченной на срез и деформацию материала; $Q_{ПИС}$ – количество теплоты, полученное от трения стружки о поверхность $A\gamma$; $Q_{ТИ}$ – количество теплоты, полученное от трения поверхности $A\alpha$ о поверхность $A\gamma$; $Q_{ТИС}$ – количество теплоты, полученное от трения стружки о поверхность $A\gamma$; Q'_c – количество теплоты, вернувшееся в деталь из стружки; $Q'_и$ – количество теплоты, вернувшееся в деталь из инструмента; Q''_c – количество теплоты, вернувшееся в инструмент от стружки; $Q_{ТВ}$ – количество теплоты, полученное от трения ленточек о поверхность $A\gamma$.

Недостатки в проведенных исследованиях по указанным выше вопросам связаны в первую очередь не с компетентностью видных ученых и их последователей, которые проводили данные изыскания, а с тем, что данные закономерности процесса теплообразования, направления потоков и стоков теплоты, находятся на стыке вопросов, рассмотренных в этих работах. Поэтому для большего понимания закономерностей влияния физических явлений друг на друга при резании материалов, в зависимости от влияния тепловых процессов, необходимо создание физической модели процесса теплообразования и распределения потоков и стоков теплоты, которая учтет большую часть не рассматриваемых ранее вопросов и более точно отразит существующие взаимосвязи.

Цель исследований. Разработать комплексный метод определения закономерностей физики процесса теплообразования и распределения потоков и стоков

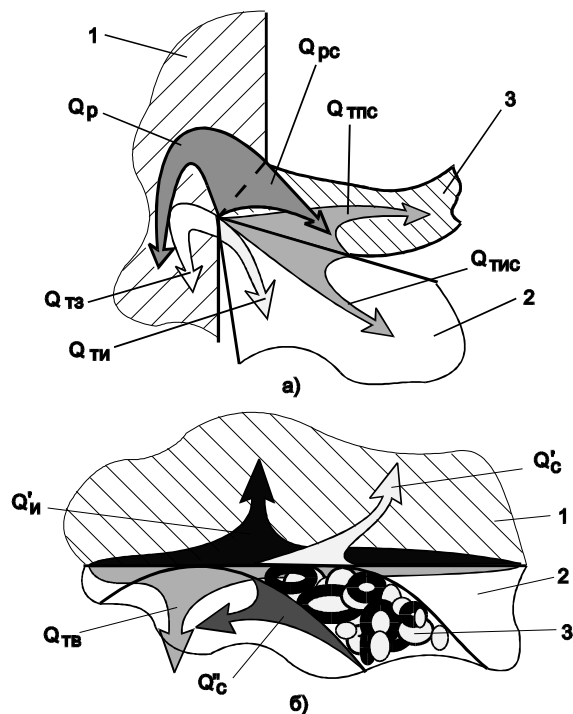


Рис. 1. – Схема распределения тепловых потоков при сверлении неглубоких отверстий (а), по данным работ [1, 5] и глубоких (б), по данным автора [3].
1) обрабатываемая деталь;
2) режущий инструмент;
3) стружка.

теплоты в зоне резания, а также их вторичного перераспределения в зоне обработки при глубоком сверлении материалов в зависимости от взаимодействия физических явлений между собой (физическую модель). Взяв за основу разработанный комплексный метод и существующие закономерности распределения потоков и стоков теплоты, создать возможность появления общей математической модели процесса резания при обработке глубоких отверстий в зависимости от тепловых процессов.

Изложение основного материала. Как известно процесс резания, особенно при глубоком сверлении, является многопараметричным, т.е. на данный процесс оказывает влияние большое количество, как переменных, так и постоянных факторов (физических явлений). К этим факторам необходимо отнести следующие: физические и химические свойства инструментального и обрабатываемого материалов (твердость, вязкость, теплопроводность, скорость протекания химических реакций, адгезионная активность и т.д.), режимы резания, условия термодинамики и многие другие. В свете существующих представлений о процессе теплообразования и направлениях потоков и стоков теплоты при уже известных закономерностях взаимного влияния физических явлений, возможно на данном этапе создание физической модели данного процесса (рис. 2).

Данная физическая модель разбита на две зоны: зону резания и зону обработки. Такая разбивка модели существенна с точки зрения течения процессов теплообразования, направления потоков и стоков теплоты.

Рассмотрим более подробно основные отличия влияния процессов теплообразования в этих зонах. Так, например, в зоне резания существуют два источника теплоты, в частности: основной первичный источник теплоты от деформации и среза поверхностного слоя обрабатываемого материала; и второй источник теплоты от влияния процесса трения скольжения по передней и задней поверхности режущего инструмента. Тогда как в зоне обработки также существуют два источника теплоты, в частности: первый источник теплоты от влияния процесса трения на передней и задней вспомогательной поверхности инструмента и стружки об обработанную поверхность детали; второй источник – это вторичное перераспределение количества первичной теплоты по законам термодинамики. Следовательно, существуют огромные различия между двумя этими зонами, а соответственно, между направлениями потоков и стоков теплоты, поэтому необходимо разделение этих зон на отдельные взаимосвязанные компоненты физической модели.

Рассмотрим процесс теплообразования в зоне резания, которые характеризуются не только появлением основного количества теплоты, но и появлением первичных стоков определенного количества теплоты в деталь, инструмент, стружку и СОТС по законам термодинамики. Влияние СОТС на количество теплоты в зоне резания на модели условно не показано, так как оно зависит в первую очередь от её способа подвода в эту зону, т.е. в общем случае, возможно, полное отсутствие СОТС в этой зоне. Влиянием окружающей среды на количество теплоты в зоне резания при глубоком сверлении можно пренебречь, так как оно незначительно, по причине изолированности этой зоны (особенно при сверлении отверстий глубиной более 5d) и заторможенностью процессов теплопередачи во времени, т.е. инертностью системы.

Зона обработки характеризуется появлением вторичных потоков и стоков определенного количества теплоты в системе деталь – режущий инструмент – стружка – СОТС – окружающая среда.

Рассмотрим процесс теплообразования с точки зрения существующих потоков и стоков теплоты в детали, режущем инструменте и стружке в зоне обработки:

- направление стока теплоты в детали характеризуется отбором определенного

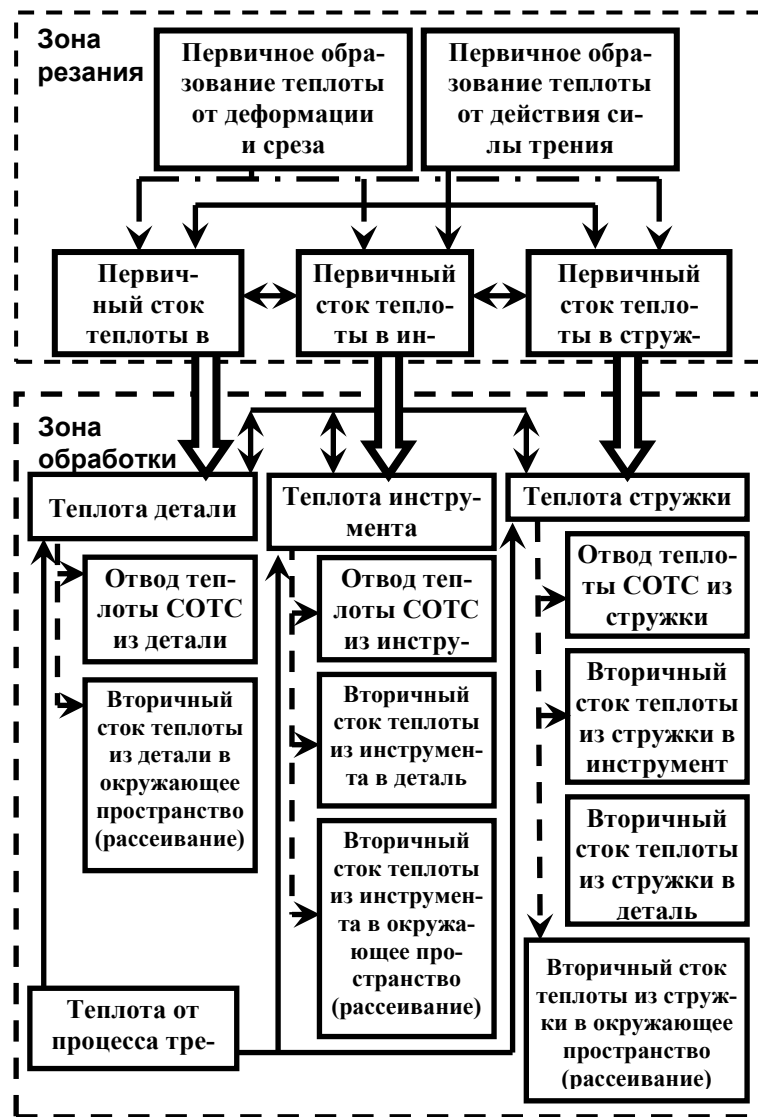


Рис.2. – Физическая модель процесса теплообразования и распределения потоков и стоков теплоты в зоне резания и зоне обработки.

количества теплоты омывающей деталь СОТС и рассеиванием в окружающем пространстве, тогда как в деталь приходят вторичные потоки теплоты от режущего инструмента и стружки, а также от действия трения скольжения;

- направление стока теплоты в режущем инструменте характеризуется отбо

ром определенного количества теплоты омывающей сверло СОТС и рассеиванием ее в окружающем пространстве, тогда как в инструмент приходят вторичные потоки теплоты от стружки и частичного возврата из детали, а также от действия сил трения скольжения;

- направление стока теплоты в стружке характеризуется отбором определенного количества теплоты омывающей стружку СОТС и ее рассеиванием в окружающем пространстве, также вторичной передачей теплоты в режущий инструмент и деталь. В стружку приходят потоки теплоты от действия силы трения скольжения.

Как следует из выше сказанного, физическая модель процесса теплообразования и распределения потоков и стоков теплоты в зоне резания и зоне обработки, разработанная автором на базе существующих представлений о процессе теплообразования, наиболее полно учитывает закономерности влияния всех явлений друг на друга, как в зоне резания, так и в зоне обработки. Отсюда следует что, учтя все взаимосвязи между физическими явлениями, возможно более точное описание процесса теплообразования и распределения потоков и стоков теплоты. Поэтому на базе физической модели возможно создание общей математической модели процесса резания.

Отсюда следует, что создание физической модели на данном этапе развития науки резания является целесообразным, так как является более прогрессивным по сравнению с существующими способами исследования процессов теплообразования и теплопередачи, особенно для исследования процесса глубокого сверления.

Выводы. 1. Создание физической модели процесса теплообразования и распределения потоков и стоков теплоты в зоне резания, а также их вторичного перераспределения в зоне обработки при глубоком сверлении материалов в зависимости от взаимодействия физических явлений между собой не противоречит существующим представлениям о данном процессе.

2. Физическая модель наиболее полно представляет закономерности взаимосвязей между зоной резания и зоной обработки, а значит, более полно учитывает закономерности влияния физических явлений друг на друга.

3. Наглядность физической модели способствует более точному описанию процесса теплообразования и распределения потоков и стоков теплоты с точки зрения математической модели.

Список литературы: 1. Резников А.Н., Резников Л.А. Тепловые процессы в технологических системах. - М.: Машиностроение, 1990. - 288 С. 2. Юдковский П.А., Крючков И.К., Шевель А.П. Повышение качества спиральных сверл. - Челябинск: Южно-Уральское кн. изд., 1970. - 110 с. 3. Маршуба В.П. Вторичное перераспределение потоков и стоков теплоты в зоне обработки при глубоком безвыводном сверлении алюминия. // Резание и инструмент в технологических системах: Международный научно-технический сборник. - Х.: 2001. Вип. 59. С. 163-166. 4. Дрозжжин В.И. Влияние размера, формы и удаления горячего спая искусственной термпары на регистрируемую температуру. // Резание и инструмент. Респуб. межвед. темат. науч.-техн. сборник: -Харьков: Высшая школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1976.-Вип. 16-С.30-33. 5. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. - М.: Высш. школа, 1985. - 304 с.

Поступила в редакцию 10.11.06